исследование тонкой структуры ГАМ

Драбинский М.А.1,2, Елисеев Л.Г.1 , Хабанов Ф.О.1,2, Мельников А.В.1,3, Зенин В.Н.1,2, Харчев Н.К.1,4, Грашин С.А.1

1Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»  
2Московский физико-технический институт (государственный университет)  
3Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
4Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия, [khar@fpl.gpi.ru](mailto:khar@fpl.gpi.ru)

Зондирование плазмы пучком тяжёлых ионов (ЗППТИ) – единственный метод прямого измерения электрического потенциала плазмы тороидальных установок в горячей её области [1, 2]. Наряду с измерениями абсолютного значения электрического потенциала ЗППТИ позволяет одновременно и независимо измерять колебания трёх физических величин – потенциала плазмы, её плотности, а также полоидального магнитного поля. Плазменный потенциал определяет изменение энергии диагностического пучка ионов в точке его вторичной ионизации в плазме, плотность плазмы – его интенсивность, а полоидальное магнитное поле – его тороидальный сдвиг.

Геодезическая акустическая мода (ГАМ) — это высокочастотный класс зональных потоков, который рассматривается как механизм саморегуляции турбулентности в плазме [3, 4]. Было показано, что ГАМ может взаимодействовать с широкополосной турбулентностью в области ионно-дрейфовых частот (100—300 кГц) [5, 6], поэтому исследование совокупности этих процессов очень важно для понимания механизмов турбулентного переноса частиц и энергии в горячей области плазмы.

С помощью ЗППТИ было проведено исследование радиальной структуры ГАМ в широком пространственном диапазоне плазменного шнура токамака Т-10 (0,2 < r/a < 1). Измерения проводились в режиме с током плазмы Ipl = 200 кА и магнитным полем на оси В0 = 1,7 Тл. Радиальная структура ГАМ была получена в серии повторяющихся импульсов токамака, в каждом из которых область измерений сдвигалась по радиусу плазмы. Были получены спектрограммы ГАМ для центральной области плазмы (вплоть до зоны переворота фазы пилообразных колебаний rs), градиентной области, а также периферийной, включая SOL. В периферийной области плазмы было проведено сравнение характеристик ГАМ по данным, полученным с помощью ЗППТИ и Ленгмюровского зонда. Представлены результаты сравнения спектральных характеристик ГАМ в этом и более энергонапряжённых режимах. Рассмотрена локализация ГАМ и сателлита ГАМ.

Работа выполнена за счет Российского научного фонда, проект № 14-22-00193.

Литература.

1. Melnikov A.V., Hidalgo C., Eliseev L.G. et al. Plasma potential and turbulence dynamics in toroidal devices (survey of T-10 and TJ-II experiments). — Ibid., 2011, vol. 51, p. 083043.
2. Jobes F.C., Hickok R.L. A direct measurement of plasma space potential. — Ibid., 1970, vol. 10, p. 195—197.
3. Winsor N., Johnson J.L., Dawson J.M. Geodesic acoustic waves in hydromagnetic systems. — Phys. Fluids, 1968, vol. 11, p. 2448.
4. Diamond P.H., Itoh S.-I., Itoh K. Hahm T.S. Zonal flows in plasma. — A review Plasma Phys. Control. Fusion, 2005, vol. 47, R35.
5. Nakashima Y., Hoshino K., Ejiri A. et al. Observation of nonlinear coupling between small-poloidal wave-number potential fluctuations and turbulent potential fluctuations in ohmically heated plasmas in the JFT-2M tokamak. — Phys. Rev. Lett., 2005, vol. 95, p. 095002.
6. Ido T., Miura Y., Kamiya K. et al. Geodesic–acoustic-mode in JFT-2M tokamak plasmas. — Plasma Phys. Control. Fusion, 2006, vol. 48, p. S41.